

מוזיאון המדע ע״ש ברנרד בלומפילד ירושלים (ע.ר.)

متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس

Bloomfield Science Museum Jerusalem









'الرجل الذي يجرؤ على إنفاق ساعة واحدة من الوقت لم يكتشف قيمة الحياة'

تشارلز داروين

على امتداد القرن ال- ١٩ كان هناك تحولاً في الفكر الذي لا يزال يتردد صداه حتى يومنا هذا. الأعمال حول الطبيعة وتنوع الحياة صُورت من جديد في وسائل تتماشى مع كل البيولوجيا الحديثة. التأثيرات الأوسع نطاقاً المترتبة على هذه الأفكار لا تزال مثيرة للجدل.

رجل واحد، وكتاب واحد، تحولا لرمز البيولوجيا الحديثة للتطور.
ولد تشارلز داروين عام ١٨٠٩، كان ابن ٥٠ عاماً عندما نَشر ما يُعتقد بأنه أكثر الأعمال العلمية المكتوبة شهرة من أي وقت مضى.
لذلك يمثل عام ٢٠٠٩ الذكرى المئوية الثانية لميلاده و ١٥٠ عاماً منذ أول ظهور لكتاب "أصل الأنواع من خلال الاختيار الطبيعي".

يَكشف هذا المعرض أصول كتاب داروين، ويُحدد أفكاره المركزية، ويشرح كيف أنها لا تزال في صلب الأبحاث المعاصرة في علم الأحياء والطب.

1

من هو داروين؟

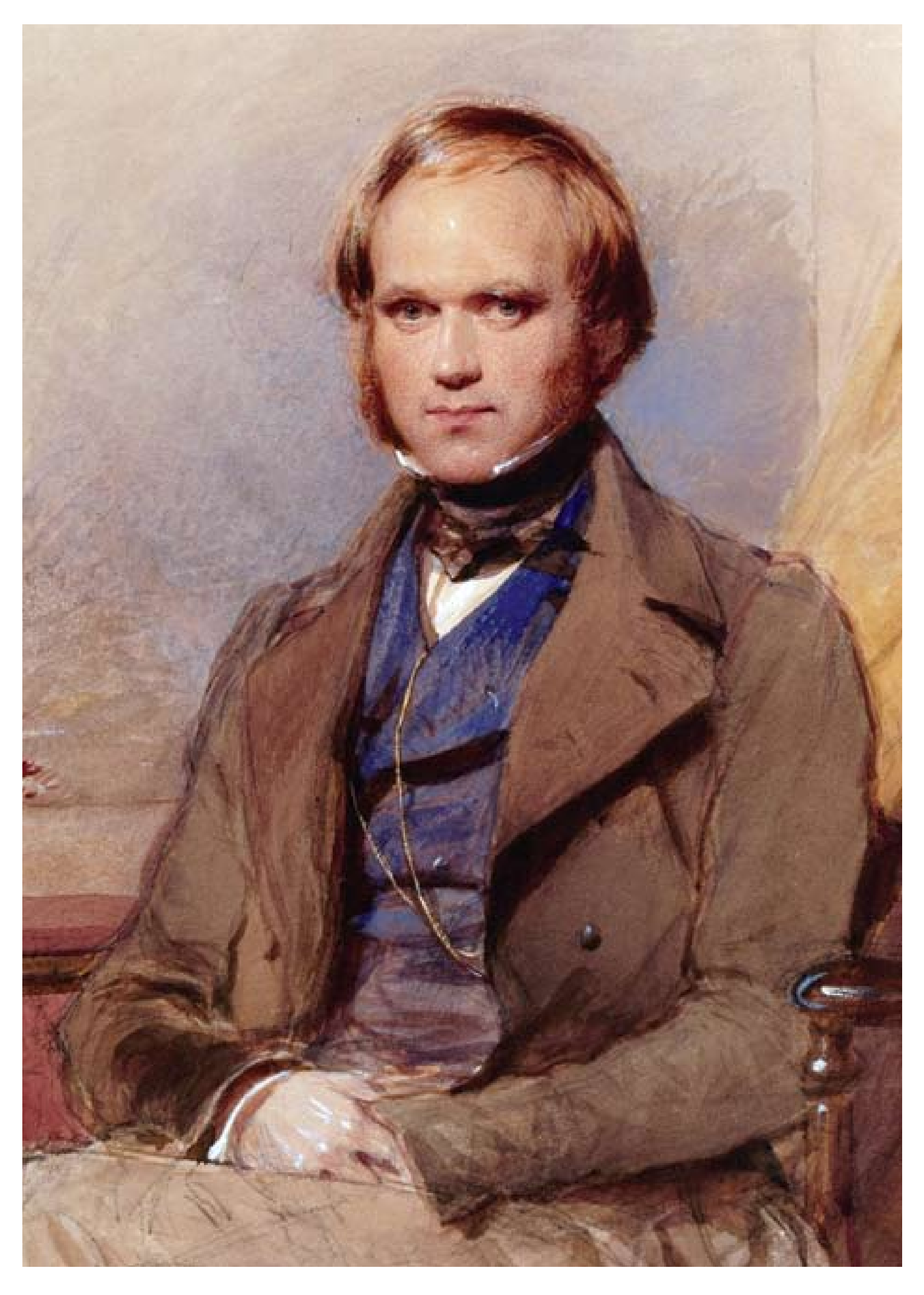
تشارلز داروين هو ابن طبيب مشهور من مدينة شروزبري، الواقعة في المناطق الريفية من البلاد الإنجليزية شروبشيري. كَصبي أحب الريف والمخلوقات ولكنه واجه صعوبات في إختيار المهنة. تخلى عن دراسة الطب في أدنبره، وأُرسل بعدها إلى جامعة كامبردج للإستعداد للحياة، كقسيس.

التقى داروين في الجامعة بعضاً من أذكى علماء الطبيعة في عصره. في سنه ١٨٣١، حصل على مقعد على متن سفينة صاحبة الجلالة المسماة بيغل لرحلة حول العالم. خلال سنوات الرحلة الخمس قام داروين بتدوين سجل علمي لكل ما شاهده وعاينه في الميدان، والذي يُغطي البيولوجيا والجيولوجيا وعلم الإنسان، مع مذكرات وملاحظات مفصلة عن السكان الأصليين، الحيوانات، النباتات، الطيور والحشرات من الأماكن التي زارها- البرازيل، تشيلي، بيرو، أرخبيل غالاباغوس، تاهيتي، نيوزيلندا، أستراليا، وغيرها.

في لندن، وبعد ذلك في بيته الجديد في داون تاون، بدأ يفهم تدريجياً كيف يمكن أن تَتَغير الأنواع الفردية وكيف يمكن أن يعمل التطور - على الرغم من أنه أحتاج الى أكثر من ٢٠ عاماً ليشعر بأنه قد أصبح جاهزاً لنشر أفكاره.

بالنسبة لبقية حياته فقد واصل العمل للدفاع عن نظريته وفهم تأثيرها، ونشر المزيد من الكتب عن بساتين الفاكهة، ديدان الأرض، التعبير عن المشاعر وغيرها.

أصبح داروين متقوقعاً وشبه عاطلاً عن العمل في منتصف العمر، توفي في عام ١٨٨٢، ولكن أمراً واحداً لم يتغير طوال حياته وهو فضوله الغير محدود لطبيعة العالم



جورج ريتشماند، رسم لتشارلز داروين بالحبر والألوان المائية سنة ١٨٤٠
© English Heritage Photo Library



جون ستيفان هينلسون، بروفيسور لعلم النباتات في جامعة كامبريدج، ١٨٢٥-٦١.

أوصى هينلسون بداروين لوظيفة عالم الطبيعة على متن سفينة صاحبة الجلالة بيغل (http://darwin-online.org.uk).

تكَيفات رائعه

'كيف يمكن لكل هذه التكُيفات الرائعة من منظمة واحده إلى أخرى، ومع ظروف الحياة، ومن كائن واحد الى آخر، أن تكون متقنه للغاية؟ نرى هذا التكيف بوضوح في نقّار الخشب ونبات الهدال، وأقل وضوحاً في الطفيليات المتواضعة، التي تتمسك بشعر حيوان أو بريشة طير، في مبنى الخنفساء التي تغطس في المياه، في إنتشار البذور مع كل نسيم لطيف. وباختصار، فإننا نرى تكيفات جميلة في كل مكان.'

اصل الأنواع ، الفصل ٣.

رغم أن عنوان الكتاب يشير إلى أصل الأنواع، تُبين كلمات داروين هذه مدى انشغاله بشدة التنسيق بين الكائنات الحية ومحيطها.

نهجه في شرح هذه 'التكيفات الرائعة' رُسخ عميقاً في الفكر العلمي المعاصر، بدءًا من وجهة نظر جده عن التطور، الطبيب، الشاعر ومتعدد الثقافة إيراسموس داروين (١٨٠٢ - ١٧٣١). في سنة ١٨٠٩ نُشر كتاب الفلسفة في علم الحيوان Philosophie Zoologique على يد جان باتيست لامارك (١٧٤٤ - ١٨٢٩). كان هذا أول كتاب ينص نظرية الطفرات عند الأنواع. كما وتأثر داروين بالجيولوجيا الجديدة لتشارلز ليل (١٧٩٧ - ١٨٧٥)، الذي ادعى أن التكوينات الصخرية نشأت بفعل تغيير تدريجي بطيء على مدى فترات طويلة من الزمن- مئات الملايين من السنين.

في ظل هذه الخلفية الجيولوجية الجديدة، تصور داروين عمل الاختيار البطيء - موت معظم المخلوقات قبل أن تتمكن من التكاثر، والقليل منها يُكون ذُرية.



الخلفيه: الغابات المطرية في بيليز
© Nigel Tucker



خريطة رحلة داروين على متن سفينة صاحبة الجلالة (بيغَل).

2
الشبكات العالمية

لم يسافر داروين مرة أخرى بعد رحلته على متن البيغل. ومع ذلك، طوال حياته، كان كثير المراسلة، وقال إنها وسيلته لدعم الصداقة العلمية، التعاون والسعي إلى جمع الملاحظات.

'مسألة الانواع' شَغَلت داروين، وكان مقتنعاً بأن الأنواع المختلفة يمكن أن تبدأ من تَنوعٍ واحد ظهر في وقت سابق الى تغيير متنوع آخرٍ - عن طريق التحويل. ولكن كيف؟

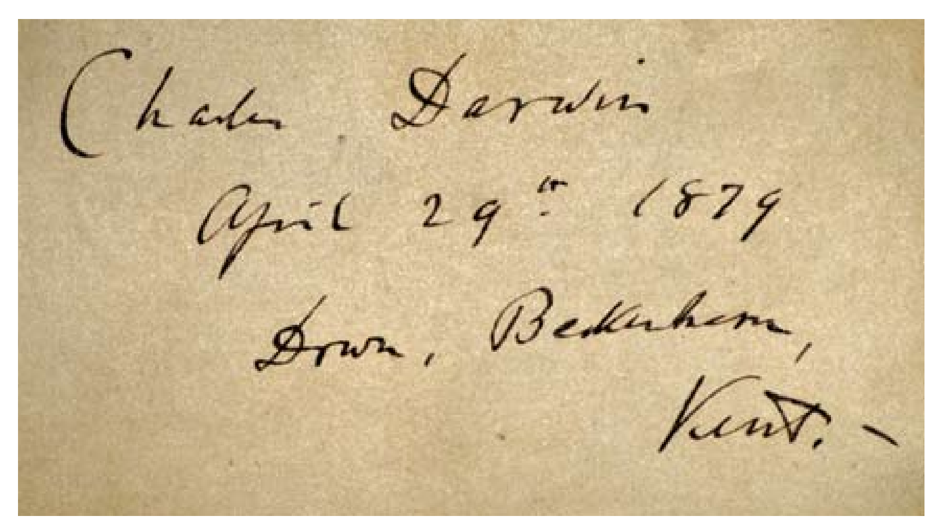
قام بدراسة العينات، والمعارض في المتاحف وحدائق الحيوان، وعَمَلْ مُربيي النباتات والحيوانات. قرأ الجيولوجيا، تاريخ الطبيعة، والفلسفة.

اثناء دراسته، تقابل مع زملاء من مختلف أنحاء العالم - البرازيل، الهند، الصين، أمريكا الشمالية، أمريكا الجنوبية، نيوزيلندا، وجامايكا - موضحاً لأفكاره، مناقشاً لفرضيته وطالباً لمعلومات وعينات جديدة.

ما أن أصبحت لديه مسودة عن نظريته، أخذ باستشارة الدبلوماسيين وضباط الجيش والمسؤولين في الأقاليم المستعمرة، الجنائنين، مربيي الخيول، المزارعين، مراقبي الحدائق، الصيادين، وكذلك علماء النبات والطبيعة.

الرسائل أيضاً أبقته على اتصالٍ مع عالِم الطبيعة الجوال ألفريد راسل والاس، الذي وضع أفكاراً مماثله. لقد كان مقالاً من والاس في النهاية هو الذي حث داروين على نشر نظريته.

ما أن ظهر كتاب "أصل الانواع من خلال الانتقاء الطبيعي" في عام ١٨٥٩ ،حتى اصبحت كتابة الرسائل وسيله لجمع معلومات جديدة لاستكمال وحثلنة هذا العمل، وللمشاريع الجديدة. وساعد أيضاً على التأثير في تقبل أفكاره الرديكالية.



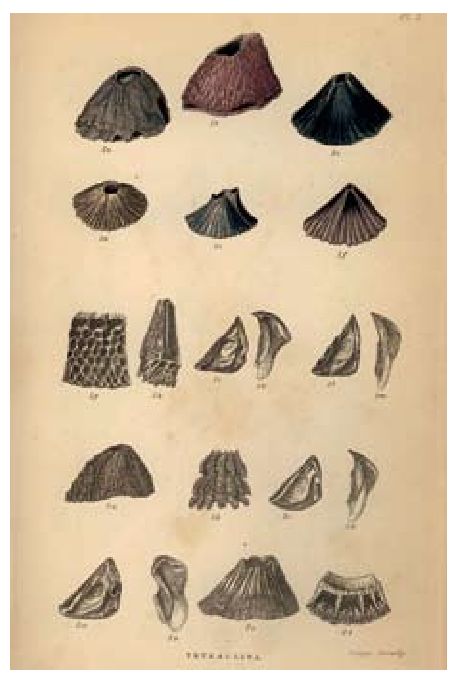
بعد نشر "أصل الانواع من خلال الانتقاء الطبيعي"، أصبح داروين مشهوراً وجامعي التواقيع كتبوا له طلباً لتوقيعه.



المسار الرملي أو 'مسار التفكير' في منزل داون. صُورت نحو سنه ١٩٠٩.
سار داروين هناك يوميا عندما كان في داون واستغل الوقت ليُكمل ملاحظاته ويُطور نظرياته.
أنتج بتصريح من جون فان وايت. الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)



ألفريد راسل والاس (١٨٢٣-١٩١٣)، الذي طرح أفكاراً شهيرة مماثلة حول أصل الأنواع مثل داروين. ورقة من والاس قدمت الى جانب بعض أعمال داروين في جمعية لينيان في ١٨٥٨.



أمضى داروين ثماني سنوات في دراسة القشريات البحرية وساهم كثيراً في فهمها.

أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)



درس داروين في منزل داون قبل فترة من وفاته سنه ١٨٨٢ .
حفر في النحاس على يد أسيل .ه. هييج.

أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)



أنواع جديدة من اليمامات المشابهة لتلك التي قام داروين ببحثها عندما طور نظريته حول التطور والانتقاء الطبيعي. قارن داروين "الانتقاء المُصَنع" الذي استخدمه مربيي اليمامات لما يمكن رؤيته في الطبيعة- "الانتقاء الطبيعي".

الحياة في المراسلة

'أنا الآن اعمل على وصف التشريح لكمية كبيرة من الأسماك الهدابية القشرية من جميع أنحاء العالم. لا أعرف إذا كنت تعيش بالقرب من البحر، ولكن إذا كان الأمر كذلك سأكون سعيداً جداً لو جمعت كل ما تستطيع (صغيرة أو كبيرة) من الصخور أو المرجان أو ما قذفت به العواصف على الساحل، وإرسالها إلي'.
داروين في رسالة الى نظيره السابق في الخدمة على ظهر سفينة صاحبة الجلالة بيغل، سيمس كوفينجتون، في أستراليا.

قامت جامعة كامبردج بجمع ١٥٠٠٠ رسالة لداروين، تشمل نحو ٢٠٠٠ من المراسلين في جميع أنحاء العالم.

في الوقت الذي نشر فيه كتاب أصل الانسان، الاختيار وعلاقته بالنوع في عام ١٨٧١، كان داروين يكتب نحو ١٥٠٠ رسالة في العام. في الواقع ، بحلول ذلك الوقت، الكثير من وقته كان يدور حول القراءة وكتابة الرسائل - حتى انه وضع مرآة بجوار نافذة الغرفه التي يدرس فيها لكي يتمكن من رؤيه ساعي البريد يمشي باتجاه المنزل كل يوم

يمكن الآن الاطلاع، بحث وقراءة ثُلث الرسائل على موقع الإنترنت www.darwinproject.ac.uk.
المجموعة الكاملة موجوده أيضاً على شكل كتاب، في سلسلة من المتوقع أن تبلغ ٣٠ مجلداً عند استكمالها.

تكشف الرسائل عن مدى النجاح الكبير لداروين الكبير طرح تصورات جديدة للعالم الطبيعي بأعتماده على الآخرين: زوجته إيما، أطفاله العشرة في المنزل في كينت، أصدقائه وزملائه في انكلترا والمراسلين من جميع أنحاء العالم.
في نهاية حياته، عام ١٨٨٢، كان داروين عضواً في ٥٧ من الجمعيات الأجنبية التعليميه- عضوية حافظ عليها دون مغادرته البلاد إطلاقاً بعد أن رست سفينة صاحبة الجلالة بيغل في فالماوث سنه ١٨٣٦.

احدى مشاريع داروين كان دراسة شاملة للاسماك القشرية الهدابية. بدأت كجزء من دراسته للأنواع، واستمرت لثماني سنوات من التنقيب مسجله في ثلاثة كتب ضخمة.
بأستخدام مهاراته في الإقناع، أو مناشدة مشتركة الفضول، كتب للذين لديهم اهتمام في الاسماك القشرية الهدابية. ولأشخاص آخرين أوصى بهم أصدقائهم.
طلب داروين المعلومات والعينات — وفضل الحيه منها - وأيضاً، في بعض الحالات، أستعار المجموعة بأكملها. قام داروين بتشريح كل العينات وفهرستها، وبذلك أنهى العمل على هذه القشريات الصغيرة.

الخلفية: قشريات بحريه (Semibalanus balanoides).

3
نظرية داروين - الوراثه، التنُوع، الاختيار

السبب الوحيد لصمود أفكار داروين هو بساطتها. لنظرية النشوء والارتقاء عن طريق الاختيار الطبيعي ثلاثة أجزاء أساسية:

- عند التكاثر يشبه الجيل الجديد آبائهم.
- التشابه بين الأجيال يجب أن يكون قريباً، لكن ليس كاملاً بحيث أن كل دور يشمل تنوعاً جديداً في الصفات.
- يجب أن تكون هنالك علاقة بين بعض هذه التَنوعات وأمكانية بقاء هذا الفرد على قيد الحياة.

الاختلافات في الصفات وآثارها يمكن أن تكون صغيرة جداً. تكرار الدورة آلاف المرات قد يؤدي الى نتائج مثيرة.

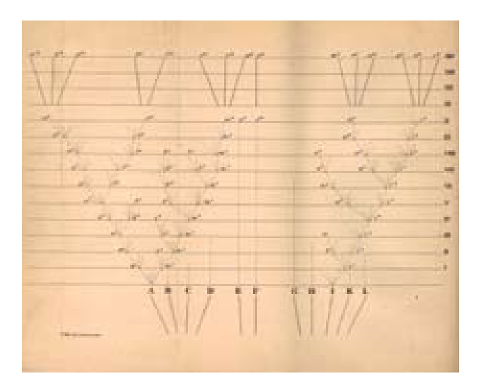
للتلخيص: كل ما نحتاجه للتطور هو الوراثة، التَنوع والاختيار.

في كتاب "أصل الانواع" وضع داروين العديد من الأدلة عن التطور. ولكن كانت هناك ثغرات في القصة. أحدها، والذي لا يزال غير مفهوماً، هو أصل الحياة. والآخر أنه ليس لديه أفكاراً مقنعه حول كيفية تناقل الأجيال لهذه الاختلافات في الخصائص.

قامت العلوم الحديثة بتزويدنا ببعض التفاصيل عن آلية الوراثة. يمكن تعريف كل مخلوق بحسب المعلومات الموجودة في جيناته. والتي هي عبارة عن رسائل مكتوبة في سلسلة من الرسائل الكيميائية الموجودة في جزيء الحمض النووي ال- DNA.

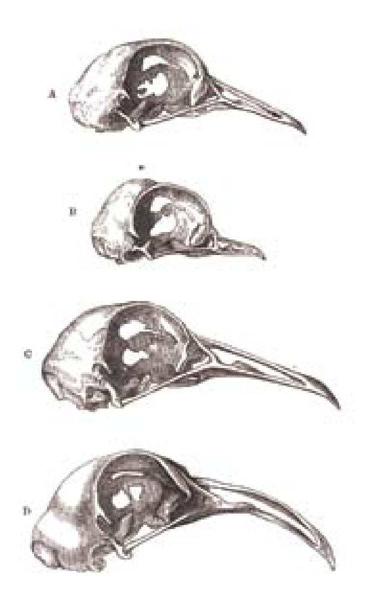
يتم نسخ الجينات ونقلها إلى أبناء الكائن الحي. ولكن عملية النسخ يمكن أن تصادف أخطاءًا صغيرة، والتي تنتج تغيُرات عشوائية في معلومات الحمض النووي. هذه هي التحولات (الطفرات) التي تؤدي إلى التنوع الكبير في السكان.

أحياناً تحقق بعض الطفرات الأفضلية، والتي تزيد من إمكانية التكاثر في بيئة معينة. وهكذا مرة أخرى، لدينا الوراثة التنوع والاختيار، ولكن هذه المرة بين الجزيئات.



شرح من النسخة الأولى لكتاب "أصل الانواع عن طريق الاختيار الطبيعي" تُوضح الاثباتات بأن أنواعاً مختلفة تحمل نفس الميزات يمكن تفسيرها بوجود أسلاف مشتركين.

أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)



رسم لجماجم يمامات (حمام) يُبَين كيف أدى التهجين إلى التنوع في أبناء نفس الجنس.

أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)

التطور كاختيار

’هل يمكننا الشك (متذكرين أن عدد الأفراد الذين يولدوا أكثر من عدد الذين يمكنهم البقاء على قيد الحياة) بأن الأفراد الذين يتوافر عندهم أي ميزة أو أفضليه، حتى وإن كانت طفيفة، عن الآخرين، سيكون لهم فرصة أفضل للبقاء والتكاثر؟ من جهه أخرى، قد نشعر بأننا على يقين من أن أي تفاوت قد يسبب الضرر ولو حتى القليل سيتم تدميره بشكلٍ صارم. المحافظه على هذه الاختلافات والتباينات التي تمنح الافضليه ورفض التباينات التي قد تضر بالافراد أُطلق عليها اسم الانتقاء الطبيعي.’
أصل الانواع ، الفصل ٤.

مع أن أعمال داروين كانت تعنى وجود وتطور الكائنات الحية. اكتشافه بأن الوراثة، التنوع والاختيار يمكن أن يؤدي إلى تغيير في الأنواع لها تطبيقات أوسع بكثير.

في الواقع، عدد السكان في كيانات معينة عبر عدد من الأجيال يشكل نوعاً من الدورة، ويمكن أن يحدث التطور.

بالنظر إلى الامور بهذه الطريقة كما يدعي داروين، ينطبق الانتقاء الطبيعي على الحياة على الأرض. اصحاب النظريات والباحثين في أصل الحياة يفترضون بأنها تنطبق على مجموعات الجزيئات ما قبل الحياه. Exobiologists (الذين يدرسون الكائنات التي تأتي من خارج الأرض) يقولون أنه ينبغي أن تنطبق أيضاً على الحياة في أي مكان في الكون، حتى لو كانت هذه الجزيئات مختلفة عن تلك التي نشاهدها على الأرض.

أبعد من ذلك، عوالم بأكملها يمكن أن تخضع لنظام الانتقاء الطبيعي، وفقاً لعالم الكون لي سمولين. الذي يفترض بأنها ’تُستنسخ’ عند انهيار كون قائم في ثقب أسود، يولد عالم جديد تختلف فيه قوانين الفيزياء.

هناك أيضا أمثلة راسخة أكثر عن فكرة الاختيار، مثل ’تطوير’ برامج كومبيوتر معروفة بأسم الخوارزميات الوراثية والمنهجية في البحث عن جزيئات جديدة يمكن استخدامها كأدوية.

تخيل كيف يمكن تطبيق نموذج نظرية الاختيار على فهمنا لتغيير اللغة، للتعددات الثقافية والتطورات التكنولوجية، وعندها يمكننا أن نفهم لماذا وصف الفيلسوف الاميركي دانيال دانيت التطور عن طريق الاختيار ’كأفضل فكرة عند شخص من أي وقت مضى’

الصورة المقابلة: صفحة من كتاب داروين عن الأنواع، كُتب بين السنوات ١٨٣٧-٣٨، ملاحظاته توضح أفكاره عن "التحويل في الانواع".
تم نسخه عن طريق الحصول على إذن من الموظفين الاداريين من مكتبة جامعة كامبريدج.

الخلفية: صورة الغلاف للنسخه الأولى "لأصل الانواع عن طريق الاختيار الطبيعي، أو الحفاظ على الأنواع المُفضلة في الصراع على الحياة" باصدار John Murray، عام ١٨٥٩.
أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)

I think

Case must be that one generation then should be as many living as now. To do this & to have many species in same genus (as is) requires extinction.

B

C

D

1

A

Thus between A & B immense gap of relation. C & B the finest gradation, B & D rather greater distinction. Thus genera would be formed. — bearing relation

4

ردود فِعل

كان لقراء داروين آراءًا قوية حول كتابه في سنواته الأولى - ولكن في طرق مختلفة للغاية.

"كم كنت غبياً بحيث لم أفكر في هذا"
توماس هكسلي، عالِم طبيعة

"لقد فتح طريقاً للتحقيق مليئة بالوعود. لكن نتائجها لا يمكن التنبؤ بها'
جون ستيوارت ميل، الفيلسوف

' من أهم أجزاء كتاب السيد داروين هو الجزء الذي يُحدد فيه قانون الانتقاء الطبيعي؛ نقول يُحدد. لأننا - نكرر مرة أخرى. وهذا ما نختلف عنه تماماً وهو في الحدود المبالغة والتي نُعَينها من أجل اتخاذ إجراء - ليس لدينا أدنى شك لوجود أو أهمية القانون نفسه'.
الأسقف صمويل يلبرفورس

'انه لأمر جدير بالملاحظه كيف يكتشف داروين من جديد. بين الحيوانات والنباتات. المجتمع في انكلترا مع تقسيم العمل فيه. المنافسة. فتح أسواق جديدة." الاختراعات" و " النضال المالتوسي من أجل البقاء" '.
كارل ماركس. المنظر السياسي

'أهم المشاهدات الأصلية. التي سجلت في نسخه ١٨٥٩ في تقديرنا. هي لجواهر حقيقية- قليلة ومتباعدة. وتترك تحديد أصل الانواع حيث وجده المؤلف'.
السير ريتشارد أوين ،عالِم طبيعة



رسم معاصِر لتوماس هنري هوكسلي (١٨٢٥-٩٥)

'ماذا يمكن أن نعتقد غير أن نظرية داروين هي بارعة معقولة ومتضاربة، بحيث سينظر علماء الوظائف في المستقبل إلى الوراء مع هذا النوع من الاعجاب الذي نمنحه لذرات من اللوكريتيوس، أو لكريستال الاودوكس، لمثل تلك التي تحتوي على بعض أنصاف الحقائق مبهمة، وتضع العلامات على الفور لجهل العصر وقدرة الفيلسوف '.
هنري تشارلز فليمينغ جنكينز، مهندس

'لقد قرأت كتابك مع الألم أكثر منه من المتعة. بأجزاء منه أنا معجب كثيراً؛ بأجزاء ضحكت حتى تمزقت أحشائي؛ أجزاء أخرى محزنة، لأني أعتقد أن ذلك غير صحيح على الاطلاق، وبعضها حتى مؤذٍ
آدم سيدجويك، عالم آثار

'كان لدينا اجتماعاً مهماً في العاصمة نوريتش، والعزيز البالِغ في العمر "هوكير " جاء بقوة عظمى كما يفعل دائماً في حالات الطوارئ. الخطأ الوحيد كان الدارونيه (Darwinismus) الرهيبة، المنتشرة في القسم، تتسلل خارجاً عندما لا تتوقعها، حتى في محاضرة فيرجسون عن "المعابد البوذية". سوف تحظى بالسعادة النادرة حين ترى أفكارك الظافرة خلال حياتك.
توماس هوكسلي، عالِم طبيعة



السيد ريتشارد اوين (١٨٠٤-٩٢).



آدم سيدجويك (١٧٨٥-١٨٧٣).

هنري تشارلز فليمينغ جينكين (١٨٣٣-٨٥).
© Wellcome Library, London.



طبع حجري لكارل ماركس (١٨١٨-٨٣).
© Wellcome Library, London.



الأسقف ساموئيل ويلبيرفوس (١٨٠٥-٧٣).
© Julia Margaret Cameron, Wellcome Library, London.

المنتقدين والمؤيدين

بعض الناس ببساطةلم يكونوا مدركين لنظرية داروين. كان الصمت هو رد الفعل عندما قام هو وزميله المُنظر في علم التطور ألفريد راسل والاس بقراءة أول أوراقهم في جمعية لينيان عام ١٨٥٨. قال رئيس الجمعية في وقت لاحق من هذا العام بأن هذه السنةلم تشهد أيّ اكتشافات ملحوظة.

كانت الردود متباينة عندما نشر كتاب داروين في العام التالي. حتى أن بعض أقوى أنصار داروين، مثل توماس هوكسلي، اختلف معه في الرأي في الكثير من تفاصيل النظرية. تقبل العديد فكرة التطور لكن ليس الآلية التي اقترحها. واعتقد البعض بأن الانتقاء الطبيعي يشرح بعض حالات التكيف، ولكن ليس كلها. كان هناك الكثير من التكهنات حول مدة الانتقاء الطبيعي، وطول الفترة الزمنية اللازمة لتغيير الأنواع.

واجَه بعض المعلقين الدينيين صعوبة في تقبل نهج داروين لتنوع الحياة، والتي يمكن أن تلائم فكره الخالق. الكون، في رأيهم، هو عالم مُشرع ومُنظم بأمر من الله. إلا أن بعض المؤمنين رأوا بأفكار داروين تحدياً لمفاهيم الأخلاق ولجوانب من تفسيراتهم للنصوص الدينية.

عَرَّف بعضهم النظرية كتعزيز لطموحات الامبراطورية الاوروبية، ولفكرة الأعراق والأمم المختلفة تتنافس على الهيمنة. رأى البعض بما وصفه الفيلسوف البريطاني هربرت سبنسر بكون النظرية أساساً لما يدعى المجتمع الدارويني، والذي فيه يكون المجتمع مبني الدرجة بحسب - عبارته الشهيرة- 'البقاء للأصلح'. بحسب وجهة النظر هذه، المنافسة الاقتصادية تعكس الصراع من أجل البقاء في عالم الطبيعة.

ومع ذلك، تم تقبل فكرة التطور على يد بعض السياسيين المتطرفين الذين وجَدوا بأن صورة التغيير التي تعرضها قد تشكل أساساً لآمالهم في الثورة على النظام الاجتماعي.

كل هذه التفسيرات لأفكار داروين ووالاس تم مجادلتها وانتقادها في العديد من المرات وبشكلٍ دائم. وكثيراً ما صُورت بشكلٍ كاريكاتوري وساخر في الرسوم، المقالات الفكاهية، أو قاعات الموسيقى والأغاني.

لذلك، عموماً، كان الناس يميلون إلى قراءة انتقائية من كتاب داروين، مُركزين على الأفكار والاستنتاجات التي وجدت تأييداً ورافضين تلك التي لم يتعاطفوا معها.

الخلفية: صورة توضيحية لشقائق النعمان البحرية من ايرنست هيكيلز كتاب مبنى الطبيعة، ١٨٩٩ .

5
دلائل على التطور - حينها

أقنع كتاب أصل الانواع العديد من القراء بأن التطور يحدث وذلك لأن داروين شرح الحجج المؤيدة والمعارضة بدقه متناهية. كما قدمها بواسطة كمية كبيرة ومختلفة من الأدلة.

بَيّن داروين التنوع الهائل في الكائنات الحية. ووصف بنفس القدر من الإعجاب التنوع داخل الجنس الواحد، والناجم عن سيطرة البشر على تهجين الكلاب والخيول والماشية أو الحمام. كما أوجد ربط للظهور البطيء - والاختفاء البطيء- للأنواع عن طريق سجل الحفريات التي خلفتها في الصخور.

الأدلة الحاسمة جاءَت من مقارنات قريبة. مقارنة المتحجرات من فتراتٍ مختلفة أظهرت تَغيُرًا تدريجياً مع مرور الوقت. المقارنة بين الهيئة وشكل الجسد والهياكل العظمية لمختلف أنواع الكائنات الحية أظهرت كيف هي مرتبطة ببعضها البعض عن طريق أصلٍ مشترك. وأظهرت مقارنة الأجنة كيف تبدو الأنواع المختلفة متشابهة على حدٍ سواء، في المراحل الأولى من النمو.

وكانت هناك أيضاً أدلة، قريبة من قلب داروين لأنها أشارت إلى ما شاهده بعينيه أثناء سفره كَشاب. توزيع الأنواع الكثيرة، في كثير من الأراضي لاءَمت نظرته لتاريخ الأرض وقدرة التنوع على إنشاء تغيير بطيء في الكائنات الحية.

هنا كانت أهمية خاصة للحياة في الجزر، مثل أرخبيل غالاباغوس. الأنواع الموجودة في بيئة مشابهة على القارة والتي من الممكن أن تزدهر في الجزر غالباً ما كانت غائبة- هذا يؤدي الى الافتراض بأن الأنواع التي تعيش على الجزر لم تنشأ هناك، ولكن بشكلٍ معين، في الماضي، تمكنت من الوصول من اليابسة واستعمار الجزر.



النجمة السحلبية في جزيره مدغشقر (Angraecum sesquipedale) لديها أنبوب رحيق بطول 25- 30 سم. فرض داروين بأنه لإمكانيه التلقيح لا بد من وجود فراشة مع بوق طويل بما فيه الكفاية للوصول إلى الرحيق. فراشة الصقر تم اكتشافها بعد أكثر من 40 عاماً على وفاة داروين.

© Peter Whitehead and Colin Keates, Natural History Museum, London.



مستحث نادر لـ أركايوبتركس ليثوجرافيكا. أقدم شكل بدائي معروف لطائر. في سنه ١٨٦٨. توماس هوكسلي الملقب "كلب داروين" كان أول من اقترح بأن هذا الطائر نشــأ من ديناصور.

© Natural History Museum, London.



رسم توضيحي لكسلان الأرض (mylodon darwini). عندما كان داروين في البرازيل أكتشف أحفوري لكسلان الأرض – الذي انقرض قبل ١٠,٠٠٠ سنة.

© Natural History Museum, London.



صندوق يحوي متحجرات جمعت أثناء رحله داروين على متن سفينه صاحبة الجلاله

© מוזיאון סדג'וויק למדעי כדור הארץ, אוניברסיטת קיימברידג'. מועתק ברשות.



رسم لفراشه الصقر (ألفينيكس) تتغذى على النجمة السحلبية لجزيرة مدغشقر.

© האיור מאת Emily Damstra. באדיבות מכון סמיתסוניאן.

وجهة نظر جديده

'عدة درجات من الوقائع... تبدو لي أنها تعلن وبصراحة، إلى أن الأنواع التي لا حصر لها، الأصناف، والعائلات من الكائنات العضوية، المأهول بها هذا العالم، تنحدر جميعها، كل في مجموعته أو طبقته من آباء مشتركين، التي تم تعديل جميعها أثناء النسب'.
أصل الانواع ، الفصل ١٣.

وصف داروين كتابه أصل الأنواع 'حجة واحدة طويلة'. كانت الحجة تدعم فكرة النسب مع التعديل. دراسته الدقيقة للطريقة التي يعدل فيها مقيمي النسل الأنواع -مثل الحمام- ساعدته في تطوير نظريته، ودعمها بغيرها من الأدلة المستقاة من ملاحظاته وملاحظات غيره من الناس.

تجربته على متن البيغل شجعته بأن يأخذ بعين الاعتبار توزيع الأنواع، ما نسميه الآن الجغرافيا الأحيائيه (biogeography). كان هذا أيضاً اختصاص ألفريد راسل والاس، خلال رحلته الخاصة بصفته عالِم طبيعة.

فُتن كل من داروين ووالاس بالجزر. وفي بعض الأحيان كانت هذه الجزر بعيدة عن اليابسه لدرجة أن بعض المجموعات من الأنواع كانت غائبة تماماً. على سبيل المثال، لم يكن في جزر المحيط أية ضفادع، أو صغار الضفادع أو سمندلات الماء. 'أمعنوا جيداً في التفاصيل'، حث داروين، "وراقبوا كم أن الحياة النباتية والحيوانية في أية جزيرة تشبه تلك التي تتواجد في أقرب اليابسات اليها، ولكنها مختلفة بعض الشيء'. حتى أنه حدد العلاقة بين عمق البحر بين الجزر التي تقطنها الثدييات ودرجة التشابه بين الأنواع المختلفة على الجزر.

كل هذا يشير إلى أن التَنوُع في الأنواع يعتمد على المدة التي فصلت بها. كلما طالت المدة التي عاشت بها بعيداً عن بعضها البعض، كلما ازدادت الفرصة بأنها قد تغيرت على نحو يميزها عن سلفٍ مشترك.

بالاضافه إلى ذلك كان هنالك الكثير من الأدلة الجيولوجية والوثائق، من دراسة الحفريات، والتاريخ الطبيعي. كانت جميعها تندمج في مفهوم جديد: كيف يمكن التعرف في عالم الكائنات الحية على آثار لتاريخها الطويل.

الخلفية: تكبير لمركز صدفة متحجرة.

6
اثباتات للتطور الآن

'وعندما نعتبر كل منتج للطبيعة هو صاحب تاريخ وعندما نفكر في كل بنية معقدة وغريزة كتلخيص للكثير من الإختراعات، كل واحدة منها مفيدة لصاحبها، تقريباً في نفس الطريقة التي ننظر فيها الى أي اختراع ميكانيكي كبير كملخص من العمل، الخبرة، السبب، وحتى العديد من أخطاء العمال؛ عندها فقط نرى كم هو مثير للاهتمام هذا الكائن العضوي، وأنا أتكلم من واقع التجربة، هل ستصبح دراسة التاريخ الطبيعي حقيقه!'

أصل الانواع ، الفصل ١٤.

سمكة حمار الوحش تُستعمل هي أيضاً كنموذج للتجارب على يد علماء الوراثة لفحص نظرياتهم ووظائف الجينات.



جمع داروين المعلومات لدعم أفكاره. أنواع الأدلة التي استخدمها - من الأحافير وحتى توزيع الانواع - التي تطورت كلها اليوم قبل أكثر من ١٥٠ عاماً. على سبيل المثال، انتشار الأشكال الحية في ما يسمى انفجار كومبري قبل ٥٣٠ مليون سنة مضت، تم دراسته بالتفصيل.

ولكن هنالك أدلة ملفته أكثر للتطور في الآونة الأخيرة من الاكتشافات البيولوجية، والتي لم يكن لداروين عِلم بها. معظم ذلك يأتي من دراسة حمض الديئوكسي-ريبونكليك أو الحمض النووي ال- DNA ، المادة الكيميائية في صلب الوراثة، وبالتالي فهي المادة الخام للتطور.

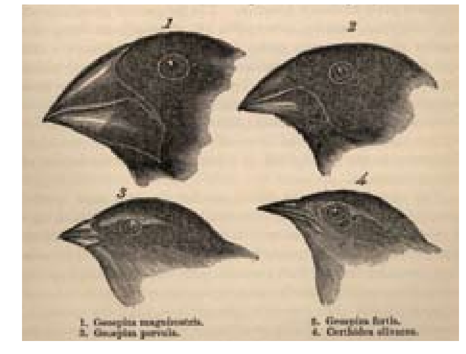
البحث عن كثب في الحمض النووي يكشف عن أدلة جديدة عن كيفية كَون الأنواع المختلفة ذات صلة ببعضها البعض. تمت المحافظة على الجينات للمكونات الأساسية للخلايا على مر الزمن - معظم التنوعات هنا يتم القضاء عليها بفعل الاختيار الطبيعي لكونها ضارة. تسلسل الجينات نفسها في كثير من الأنواع يكشف عن وجود قرابة واضحة في النسب مع التعديل.

كلما طال الوقت منذ وجود سلف مشترك لنوعين، فان الاختلافات الصغيرة في الجينات تزداد. ولذلك النسخة البشرية من الجينات ستكون مشابهة أكثر لنسخة الجينات للشمبانزي، منها من الفأرة أو السمك؛ نسخة الجينات للفأر سوف تكون مشابهة أكثر للجرذ.

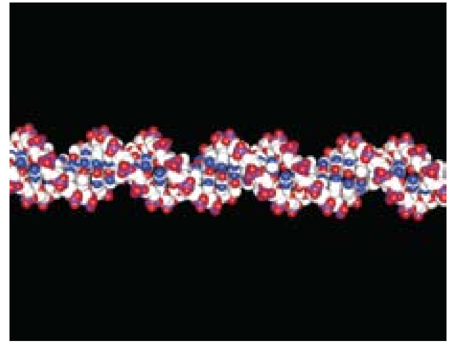
هذه الآثار للتغيرات في الماضي يمكن الآن رسمها بالتفصيل؛ وعلاوة على ذلك، لا يزال بالامكان مشاهدة هذا التطور حتى اليوم.

انتشار البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية تعتبر مثالاً جيداً للتطور. عند هجوم مواد كيميائية، البكتيريا التي يمكن أن تبقى بعد مواجهة المواد الكيميائية ستستمر بالتكاثر في حين تموت البكتيريا الأخرى. لكون البكتيريا تتكاثر بسرعة، ولديها عدة طرق لانتقال الجينات بينها، فإن خاصية المقاومة للمضادات الحيوية تُمكنها من الانتشار بسهولة أسرع من تمكن العلماء من تطوير عقاقير جديدة مضادة للجراثيم.

النوع السائد لذبابة الفاكهة – تُستعمل هذه الذبابة منذ القرن ال- ٢٠ كنموذج للتجارب على يد علماء الوراثة.
© Wellcome Library, London.



أربعه أنواع من طائر الدج (البرقش) بأنواع مناقير مختلفة من سجلات أبحاث داروين (١٨٣٩).
أنتج بتصريح من جون فان وايت، الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)



نموذج جزيئي لسلسلة قصيرة من الحمض النووي ال- DNA تم بناءه بواسطة معطيات لانكسار الأشعة السينية.
© Wellcome Library, London.

طيور البرقش في غالاباغوس

لا يتعين على المرء دراسة البكتيريا أو الحمض النووي للعثور على أدلة عن التطور في الوقت الحالي. مشاهدات في الآونه الأخيرة للأنواع المختلفة من عصفور البرقش (الدج) التي راقبها داروين على أرخبيل غالاباغوس دون أن يدرك مدى أهميتها، أظهرت كيف يمكن للاختيار القوي أن ينتج تغييراً ملحوظاً في سنوات معدودة.

طيور البرقش الأولى وصلت إلى الجزر قبل حوالي اثنين أو ثلاثة ملايين سنة، هؤلاء المستعمرين الأصليين تطوروا ليصبح ما يقارب ال- ١٤ نوعاً منفصلاً. الأنواع المختلفة لها تفضيلات بيئية، تبحث عن أشياء مختلفة لتناول الطعام وغالباً ما تختلف المناقير في أشكالها.

هذه السِمات يمكن أن تتغير في وقت أقصر بكثير من ثلاثة ملايين سنة. طيور البرقش في غالاباغوس دُرست بشكلٍ مكثف لمدة ثلاثة عقود من قبل علماء الأحياء روزماري وبيتر غرانت من جامعة برينستون.

عندما قام غرانت بأول بحث ميداني في غالاباغوس سنه ١٩٧٠،لم يكن سوى نوعين من عصفور البرقش على أحد الجزر- برقش الارض (Geospiza fortis)، و برقش الصبار- (Geospiza scandens).

في عام ١٩٧٧، قتلت كارثة الجفاف العديد من النباتات، مما أسفر عن كمية محدودة فقط من البذور الصغيرة التي تعتمد عليها الطيور للتغذية. في التنافس على الغذاء، الكثير من برقش الارض (Geospiza fortis) توفيت لأنها لم تكن لديها القدرة الميكانيكية الكافيه بمنقارها لكسر البذور الكبيرة التي كانت موجودة.

كانت النتيجة أن الجيل المقبل من طيور البرقش الأرضي الرئيسية تملك مناقير أكبر وأقوى، موروثة من الناجين من الجفاف.

وبعد سنوات قليلة، انعكس التأثير الانتقائي عند هطول الأمطار الغزيرة وشجع على نمو غير عادي لعدد كبير من النباتات ذات البذور الصغيرة وأصبحت الأفضلية للعصافير ذات المناقير الصغيرة.

الخلفية: عين لذبابة فاكهة بالغة - ملونة.

7

هل يتحدى التطور الدين؟

ملحمة الاجتياح التاريخي التطوري للحياة هو مصدر إلهام للكثيرين. على حد قول عالم الجيولوجيا الخبير في المُستَحثات، البريطاني سايمون كونواي موريس: 'التطور يكشف عن أغنية الخلق'.

كونواي موريس هو عالم ومسيحي، ويعتقد أن كل منظور يثري الآخر. التزامه للداروينية يؤكد اعتقاده بأنه لا توجد معارضة ولو حتى بسيطة بين العلم والدين.

السبب للفكرة القائلة بأن نظريةِ داروين تناقض الدين لكونها من جهة، رداً على بعض الأسئلة العلمية - مثل كيف ظهرت الأنواع-والتي حددت بشكلٍ تقليدي عن طريق التفسيرات الدينية.

العلم والدين على حدٍ سواء عبارة عن مجموعة دينامية من الأفكار. تُبجل كل النصوص الأساسية. ومثل كل الكتب، يمكن أن تُقرأ بطرقٍ مختلفة. المعتقدات التي تترتب عليها ويبدو أنها تتناقض في بعض الأحيان ولكن، إلى حدٍ ما، هذا يتوقف على الطريقة التي تفسر بها.

بعض الفيكتوريون الذين قرأوا نظرية داروين، على سبيل المثال، غضبوا لأنه ينفي وجود دور للخالق في نشأة الأنواع الفردية. لذلك يجد الناس الذين ما زالوا يعتقدون أن الكائنات الحية هي أعمال إنشاء إلهيّة صعوبة في قبول نظرية التطور الحديثة.

ولكن هذا ليس سوى تفسيراً واحداً لدور المبدع في الكون. نظرية داروين عن الأنواع لا تقول شيئاً عن أول ظهور للحياة - أو عن أصل الكون. ومن المعقول تماماً دعم الشرح العلمي لكيفية سماح القوانين الطبيعية للكون، وللحياة بالتطور والاعتقاد بأن اله هو من أنشأ هذه القوانين.

أكثر المؤيدين عناداً (اصراراً) لِ داروين، هو الباحث توماس هنري هوكسلي، الذي أصاغ كلمة "الملحد". تصف وجهة نظره عندما نصل الى حدود الذكاء، تطور فكري بالنسبة للأسئلة التي لم يُجاب عليها، وهي أفضل وسيلة.

حتى من دون عقيدة دينية رسمية، كل من يتأمل ما يكشف العلم الحديث عن تنوع وتعقيد الحياة لا بد أن يشعر بشعور روحي مدهش.

'نحن اليوم نواجه تحدياً يدعو إلى تحول فكري، حتى تتوقف البشرية عن تهديد النظام الذي يدعم حياتها. نحن مدعوون لمساعدة الأرض على تضميد جراحها التي بالحقيقه تلئم جروحنا ومعانقة الخلق بكل ما فيه من تنوع وجمال وروائع. سيحدث هذا إذا كنا نرى ضرورة إحياء شعورنا بالانتماء إلى أسرة أكبر من الحياة، التي شاركتنا في عملية التطور'.

فانجاري ماتي، ناشط في الحفاظ على البيئه من كينيا، حائز على جائزة نوبل للسلام ٢٠٠٤ .

8

كيف ظهرت الأنواع الجديدة؟



تظهر اللوحة أربعة أشكال لفراشة ال- Heliconius numata، شكلين لفراشة ال- Heliconius melpomene ، شكلين مقَلدين لفراشة ال- Heliconius erato ، وتشدد على التنوع في النمط والتقليد عند فراشات ال- Heliconius

عرض داروين نظريته التي تشرح كيف يمكن أن يتحول نوع معين الى نوع آخر. هذا هو معنى التطور. قبول نظريته يعني قلب وجهة النظر القديمة بأن الأنواع تتميز الواحدة عن الأخرى، وتبقى كذلك للأبد. على الرغم من أن نظريته اقنعت علماء الأحياء في مختلف أنحاء العالم إلا أنه بقيت تساؤلات ما زالت قيد المناقشة.

إحدى هذه التساؤلات، حيوية لعلماء الأحياء، هي كيف يمكن بالضبط لتغيير داخل المجموعة أن يؤدي إلى نشأة أنواع مختلفة تماماً؟

السبب الممكن هو الانفصال. عندما، على سبيل المثال، يعزل جزء من المجموعة من قِبَل- سلسلة جبال، بحر، نهر أو قناة - وإذا تم الحفاظ على الحاجز لمدة زمنية كافية، سوف تتغير المجموعتين بما فيه الكفاية لتصبح غير قادرة على التزاوج بينها. كثيراً ما يؤخذ هذا الشرط لتعريف كائنات متشابهة من أنواع مختلفة ولكنه ليس الشرط الوحيد ولا ينطبق دائماً.

إمكانية أخرى، والتي تلقى المزيد من الاهتمام في آخر عقدين أو ثلاثة عقود، هي أن فئة معينة من المجموعة، والتي لا تكون مستقلة ومنعزلة، يمكنها البحث عن طرق أخرى للابتعاد بيولوجياً. التغيُرات الجينية الصغيرة تخلق اختلافات في السلوك - مثل العادات الغذائية، أو تفضيلات التزاوج - والتي يمكن أن تزيد تدريجياً. مع مرور الوقت، تؤدي هذه إلى اختلاف في طرق الحياة دون الحاجة إلى الانفصال الفعلي.

جيم ماليت أستاذ من جامعة كولجي في لندن اكتشف كيف يمكن لهذا أن يحدث في سلسلة من أنواع الفراشات الاستوائية المقربة لفراشات ال-Heliconius. جناح الفراشة وألوانها، تتغير أنماطها بسهولة. ذلك في حد ذاته لا يؤدي إلى أنواع جديدة. بعض من الفراشات تفرز مواداً كيميائية بغيضة للطيور آكلة الفراشات. كما اكتشف أن ذكور الفراشات لديها تفضيل قوي للإناث التي تشبه أجنحتها الأجنحة الخاصة بالذكور. مع تفاعل هذه الخصائص، تظهر أنواعاً جديدة، غير قابله للتزاوج.

في الأعلى: رسم توضيحي للطائر المحاكي (Mimus melatonis). التنوع بين هذه الطيور في جزيرة غالاباغوس أثار انتباه داروين لتوزيع الأنواع في الجزيرة.

أنتج بتصريح من جون فان وايت. الأعمال الكاملة لتشارلز داروين على شبكة الانترنت (http://darwin-online.org.uk)





في الاسفل: جزيرة أرخبيل غالاباغوس

© Alexander Deursen.

وجهان لعملة واحدة

'من المهم أن نتذكر بأن لعلماء الطبيعة لا يوجد قاعدة ذهبية تميز بين الأنواع والأصناف ويمنحون بعض التباين لكل الأنواع، ولكن عندما يلتقون بأختلاف أكبر بعض الشيء بين أي شكلين يقومون بتصنيفها كأنواع.'
أصل الأنواع ، الفصل ٩.

يدعي البروفيسور جيم ماليه أن أحدث وجهات النظر حول كيفية نشوء أنواع جديدة تتلاءم مع داروين. في النصف الثاني من القرن العشرين اعتقد معظم علماء الأحياء بأن الأنواع المختلفة كانت منفصله بشكل جيد وتختلف اختلافاً شديداً عن أقاربها بعد التطور. هذا يجعل من الصعب أن نرى كيف أنها خرجت إلى حيز الوجود، ما لم يكن هناك على المدى الطويل فصل مادي تفرضه البحار أو الجبال. دعى العلماء هذا allopatric speciation
أصل الأنواع، الفصل ٩.

اعتقد ماليه بأن الاختلاف بين الأنواع مستمر مع وجود اختلافات داخل الأنواع. كان هذا أيضاً كيف وصف داروين الوضع في "أصل الأنواع". كان متأثراً بدراساته حول اقامة النسل، مثل الحمام. أمثلة أكثر مؤلوفة مثل الكلاب والتي قام مربي النسل بتصميمها بأشكالٍ متنوعة. من الناحية التقنية، جميعها ما زالت نفس الأنواع لكن قد يواجه كلب تشيهواهوا مشكلة في التزاوج مع كلب دانماركي.

هذا النوع من التغير يمكن أن يكون بداية لعملية طويلة الأجل. الأنواع تحت الانتقاء الطبيعي بعكس التأثير البشري، يمكن أن يُطور مجموعة من الأصناف وقد تُظهر بعضها تكيفات بيئية مختلفة، من ثم تكتسب بعض هذه الأصناف اختلافات بارزة، والتي تصبح راسخة حتى أنها يمكن أن تُصنف كأنواع منفصلة، على الرغم من أنها لا تزال تستطيع التزاوج في بعض الأحيان. في النهاية، فإنها قد تتحول إلى مخلوقات ذات صلة تتقاسم نفس الأب.

كل هذا يمكن أن يحدث في حين أن ألاصناف المختلفة ما تزال تعيش الواحدة بجانب الأخرى في نفس المنطقة الجغرافية. المصطلح التقني لهذا هو sympatric speciation. تشرح هذه العملية كيفية تغير الأنواع من حولنا. كما عَبر عنها ماليه : 'التَنوع سهل'.

العمل مهم أيضاً لبحث جذور التنوع البيولوجي، والتخطيط لتوفير الجهود. التَنوُع والانقراض هما وجهان لعملة واحدة.



الخلفية: جناح لفراشة الأمبراطور الأرجوانية (Apatura iris).

9

تطور الانسان

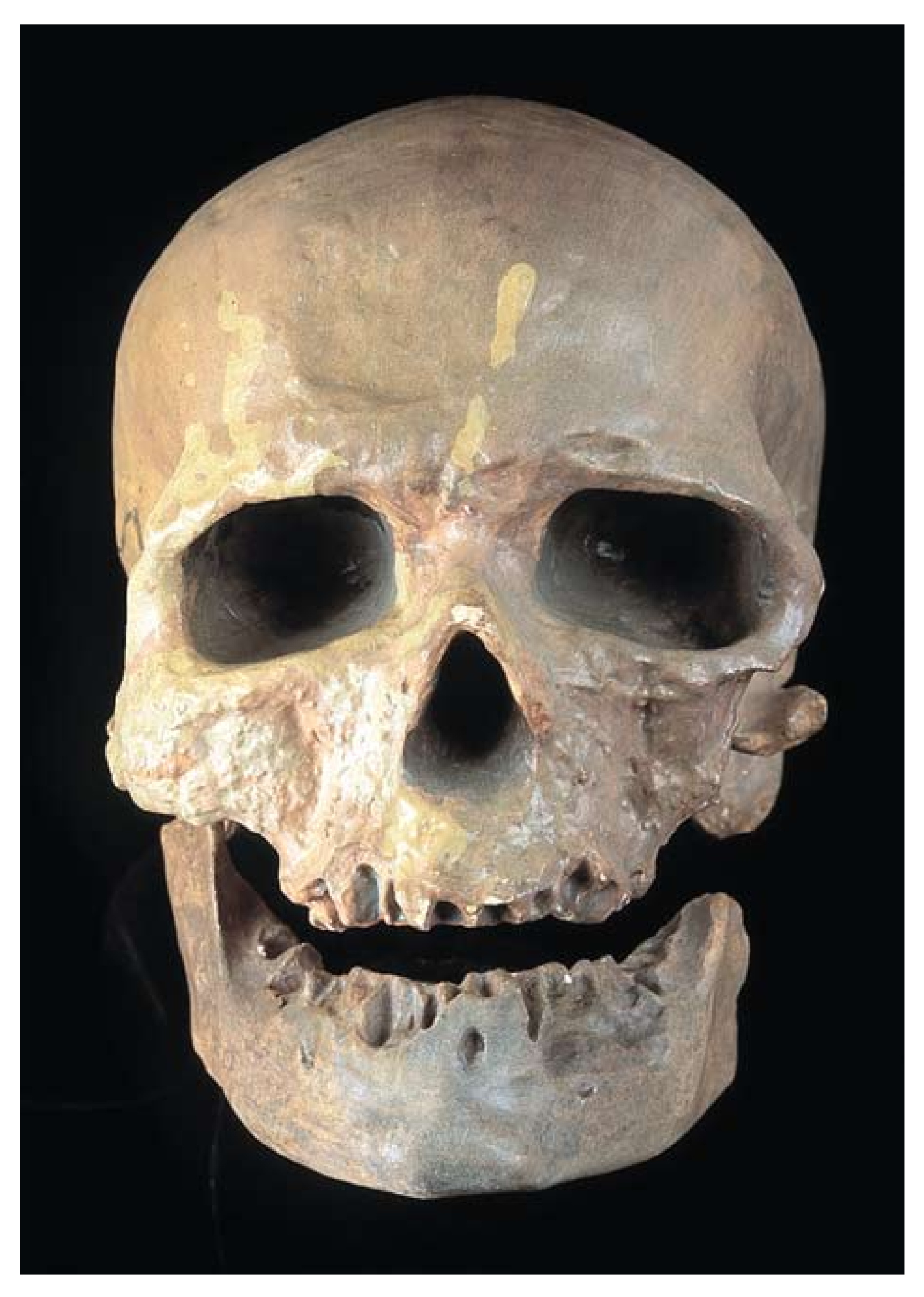
نظرية داروين لوجود أصل مشترك لديها آثاراً مذهلة: 'إن البشر ليسوا منفصلين عن بقية الطبيعة. ولكننا أيضاً مختلفين بشكلٍ واضح عن غيرنا من المخلوقات. نظرية النشوء والإرتقاء هي نتاج الثقافة البشرية، التي هي في حد ذاتها علامة على الاختلاف'.

شرح ظهور الوعي والثقافة لا يزال يشكل تحدياً عند العديد من الباحثين في العديد من المجالات. يمكننا الآن أن نقارن متوالية جينية كاملة من البشر والكائنات الحية من أقرب أقرباء الشمبانزي. تشير هذه الدلائل إلى أن التغيرات في الحمض النووي ال- DNA كانت حاسمة في وضع السمات البارزة للانسان. الدماغ الكبير، المشي منتصباً، واستخدام اللغة يجب أن تكون قد بدأت مع التحولات الجينية (الطَفرات)، وهي لا تزال تُكشف.

الجمع بين الدراسات الوراثية وغيرها من تحليل لآثار من الماضي تبني صورة لمزيد من التطورات الأخيرة في الحضارة الإنسانية - مثل بناء الأدوات.

دراسة تفصيلية للأدوات الحجرية في العديد من المواقع القديمة يمكن استخدامها لرسم خريطة لنوع جديد من التَغير التدريجي - التطور الثقافي. روبرت فولي، مدير مركز ليفيرهولم لدراسة التطور الإنساني في جامعة كامبردج، يؤكد أن التَغيرُات في الوسائل يمكن أن تُرى بطريقتين. أولاً، قد تكون سِجل لمتابعة التطور وهجرة الجماعات، التي تستخدم تقنيات مختلفة للنحت على الصوان. ثانياً، قد تكون الاختلافات مرتبطة بردود فعل مماثلة لمجموعات تملك مهارات مماثلة ولكن في بيئات مختلفة، أو إلى نوع الصخور التي يمكنها الحصول عليها. "البيئة والتاريخ مهمان، كما هو الحال مع معظم المشاكل التطورية"، كما يقول.

ثم يأتي بعد ذلك أكثر الأجزاء تضارباً مع النظرية - تحديد إلى ماذا يشير استعمال هذه التقنيات والفرق بين مستخدمي هذه الأدوات من خلال الفكر، النظم، العمليات، التخطيط، التعاون والاتصال.



نظرة أمامية لجمجمة تعود الى Homo sapiens Le Vieillard. عمر الذكر حوالي ٤٥ عاماً.

في الأعلى: فأس من حجر الصوان من العصر الحجري القديم، انكلترا.
© Natural History Museum, London.



في الاسفل: من اليمين لليسار : Australopithecus africanus; Homo rudolfensis; Homo erectus; Homo heidelbergensis; Homo neanderthalensis; and Homo sapiens مرتبة ترتيباً زمنياً توضح تطور الانسان.
© Natural History Museum, London.

الماضي والحاضر

ظهور الإنسان الحديث هو قصة طويلة تبدأ في ما قبل- الانسان (proto-human) بحسب ما تبقى من الآثار في الوقت الحاضر. تكشف النتائج للحمض النووي للإنسان والقرد على سبيل المثال الى وجود جَدين نشئا من جَد مشترك، الذي عاش ما بين أربعة وستة ملايين سنة مضت. ولكنها لا تكشف متى حدثت هذه التغيرات الجينية بينهما أو في أي تسلسل. كما هو الحال في المقارنة التشريحية للعظام، والتي أصبحت أكثر دقة في أيام داروين.

ينطبق الشيء نفسه على عينات من الحمض النووي للإنسان البدائي، والتي تسمح بالمقارنة مع أقرب الأنسباء للإنسان الحديث –homo sapiens، التي أخذت من العظام التي عمرها ٤٥٠٠٠ سنة. ومع ذلك لكي نذهب إلى أبعد من ذلك، يحتاج العلماء الى بيانات من مواد تبقى لفترة أطول من الحمض النووي.

تبقى عظام الاحفوريات عنصراً هاماً. وقد أُستخدمت لإعادة رسم سلالة الانسان بحيث تظهر بأن أجداد الانسان الحديث تختلف عن أقربائنا ال- australopithecines الذين انقرضوا نحو مليوني سنة مضت.

وفي الوقت ذاته تقريباً، صمدت العديد من الأدوات الحجرية التي يمكن دراستها بصفتها سجل ثقافي، فضلاً عن التطور البيولوجي. مع مرور الوقت، أصبحت هذه الأدوات أكثر تنوعاً وأكثر تعقيداً، وتحتاج إلى إعداد أكثر تعقيداً. المقارنة بين الأدوات من مواقع مختلفة، والأدوات التي يمكن أن تعود الى أزمنة مختلفة تكشف كيف تطورت القدرات الثقافية لأوائل البشر.

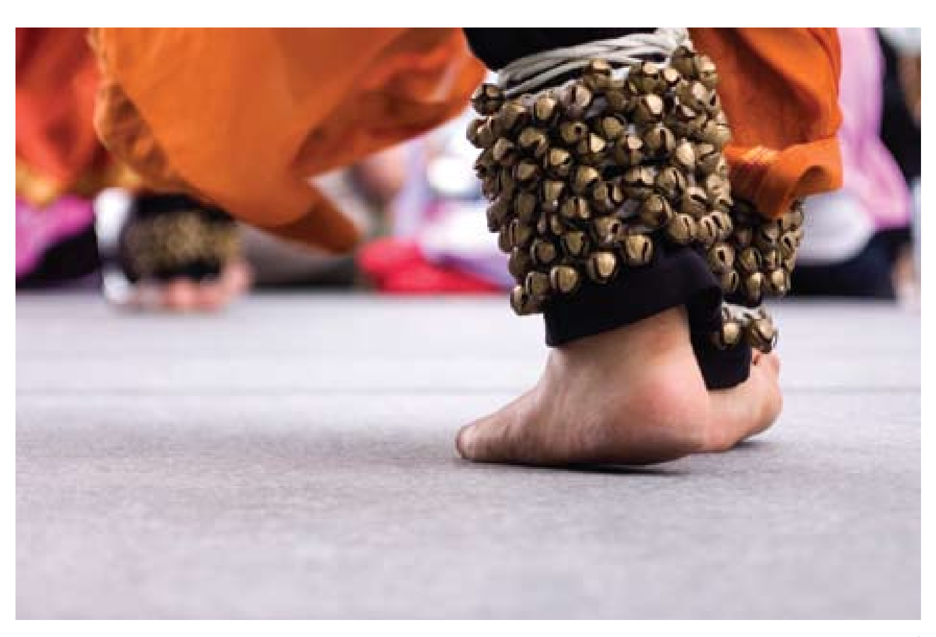
يتمثل التحدي في جمع الأدلة من الحمض النووي والاحفوري معاً من أجل سرد المزيد عن كيفية عمل مُختَلف مسارات التطور معاً - كما ساعدت اليدين والدماغ والأدوات المجموعات البدائيه في أن تتحول الى مجتمعات بشرية.



الخلفيه: شمبانزي يستعمل جذع الأعشاب كأداة لالتقاط النمل ليتغذى عليها.

10
كيف تطورت الموسيقى؟

أينما وُجِد الناس، وُجِدت الموسيقى، ولكن كيف تطورت صناعة الموسيقى؟ طَرح داروين هذه المسألة، لكنه لم يعثر على إجابة. الصعوبة تكمن في تحديد ما هي الأفضلية التي تمنحها الموسيقى لصانعها.



أجراس على كاحلي راقصة هندية.
© Francois Boutemy.

كلاً من الكلام والموسيقى تشمل الصوت. من ظهر أولاً - الموسيقى أم اللغة - ما زال غير واضحاً. يمكن للعلماء دراسة التغيُرات التي طرأت على المسالك الصوتية للبشر مع تطورهم، ولكن أصواتهم لم تترك أي أثر. الدراسات للأدمغة الحديثة تظهر أن بعض المناطق المعينة مرتبطة في فهم وتفسير اللغة والموسيقى. ومع ذلك، هناك أشخاص صم ويتحدثون بدون توقف.

بعض المنظرين الداروينين، مثل عالم النفس في جامعة هارفارد ستيفن وردي، اقترح أن الموسيقى هي مجرد أمر عَفوي، وليس تكيُف (تَعَود). تستوفي آذاننا بنفس الطريقة التي تثير بها قطعة من الحلوى على مستقبلات الذوق في الفم.

البعض الآخر، تبع داروين نفسه، معتقداً أن الاختيار الجنسي هو ضروري. جيفري ميلر من جامعة نيو مكسيكو يدعي بأن الموسيقى هي بدافع اختيار الزوج. وببساطة، العزف يشبه إلى حدٍ ما عرض الخطوبة الذي نراه عند العديد من الأنواع الأخرى.

ستيفن ميثين من جامعة ريدينج في انجلترا، عرض فيٍ الآونة الأخيرة وجهة نظر مختلفة. اعتماداً على علم الآثار، الأدلة الأحفورية، دراسات الأدمغة، الجينات، اللغة والموسيقى في الكثير من الثقافات، فإنه يشير إلى أن كلا من اللغة والموسيقى لهما سلف مشترك - استخدام الصوت بشكلٍ شبه موسيقي - استخدمها أسلافنا للاتصال. هذه النداءات المعقدة قد تكون استعملت كأغاني للرضع أو كجزءٍ من احتفال للمجموعة. كما يشير إلى أن هذه الجماعات التي قامت باستخدام الصوت كان نسلها أكبر. وهذا هو السبب لبقاء صنع الموسيقى على قيد الحياة حتى اليوم. ولكن هذه الطريق لزيادة النسل أكثر تعقيداً من مجرد اختيار رفيقة.





في الأعلى من جهة اليسار: موسيقار من بينين معه ناي وأداة للقرع.
© Peeter Viisimaa.

في الأعلى: الفرقة الموسيقية البحرية تعزف بالقِربة.
© Joseph Luoman.

في اليسار: طفلة تقرع طبلة صينية.
© Jorge Delgado.

في الأسفل: امرأة تعزف على الكاتو. آلة موسيقية يابانية تقليدية.
© Radu Razvan.

الانسان والموسيقى

في كتابه "أصل الانسان، الاختيار وعلاقته بالجنس" (١٨٧١) حدد داروين العناصر التي تميز البشر بغض النظر عن سائر المخلوقات- اللغة، على سبيل المثال، والقدرة على خلق ثقافة. وأعرب عن اقتناعه بأن هذه الصفات قد تطورت شأنها في ذلك شأن أي من الخصائص الأخرى. الموسيقى، كانت مصدر حيرة. ' التمتع بالموسيقى والقدرة على انتاج الموسيقى هي من أقل استخدامات الإنسان... يجب أن تكون في مرتبة بين أكثر الأمور الغامضة التي وهبت'، كتب.

ادعى داروين أن الموسيقى نشأت من خلال الاختيار الجنسي-كالأصوات التي تصدرها غيرها من الأنواع الأخرى، مثل الضفادع، صغار الضفادع، السلاحف، التماسيح، الطيور، الفئران والعبون (نوع من القرده).

لكن البشر، يقومون بأكثر من مجرد الغناء (أو الهمهمة، الهتاف أو التصفير). كما أن لدينا شعوراً بالإيقاع نُعبر عنه بقرع الطبول والرقص وهذا كله غير موجود عند غيرنا من المخلوقات.

قصة ستيفن ميتين حول تطور الموسيقى البشرية التي وصفها في كتابه "غناء البشر البدائيون: أصول الموسيقى، اللغة، العقل والجسد" - تجمع كل هذه الأشياء معاً. يظن ستيفن بأن أجدادنا القدماء طوروا نداءات صوتيه معقدة تشبه الغناء ولربما كانت مصحوبة بالإيماءات، التي أصبحت أكثر تفصيلاً عندما تحررت اليدان بعد المشي منتصباً.

ونتيجةً لذلك، يقترح، نشأ نظام اتصالات سبق اللغة والموسيقى. كان يُعبر عن العاطفة بأصوات متفاوتة في الشدة تماماً كما أن الآباء والأمهات اليوم يستخدمون الأصوات للتواصل مع أطفالهم.

كل هذا ساعد على إلزام الجماعات معاً، وربما عزز التعاون المشترك، وبالتالي زيادة معدلات البقاء على قيد الحياة. من وسيله الاتصال البدائية هذه انبثق الاستعمال العالمي للموسيقى والرقص في الطقوس والاحتفالات، والتي على ما يبدو لا تزال تُعزز نشأة المجتمعات البشرية الحديثة.



الخلفية: ورقة تسجيل للموسيقى.
© Peter Zelei.

11
كيف يتطور الجينوم؟

التغيير الجيني هو المحرك للتطور. تغيير واحد في تسلسل الحمض النووي للجينات قد يكون بلا تأثير أو بالتالي قد يكون مدمراً، مما يؤدي إلى وجود عيب في جزيء البروتين؛ أحياناً، قد يكون هذا التغيير ذو أفضلية.

في القرن ال -٢١، أصبحت القصة أكثر تعقيداً. علماء الأحياء الآن ينظرون الى الجينوم بأكمله - مكتبة كاملة من الحمض النووي في كل خلية من الكائن حي.

الجينوم البشري، على سبيل المثال، يحوي ٣٤٠٠٠٠٠٠٠٠ 'رسائل' من الحمض النووي، المعروفة كقواعد ويرمز لها كيميائياً C,A,T,G . ومع ذلك، فإن ٢٥٠٠٠ من الجينات البشرية أو ما يقارب ذلك تحتل أقل من اثنين في المائة من هذا المجموع الهائل. إذاً، ما هي وظيفة ما تبقى من الحمض النووي؟

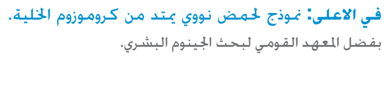
قد يكون 'خردة' - نوع من الضرر الجزيئي الطفيلي. إذا كان الأمر كذلك، فأن الطفرات في الغالبية العظمى من الجينوم ستمضي دون أن يلاحظها أحداً، ولكننا نعلم الآن أن أجزاءًا كبيرة من هذه المتتاليات محافظ عليها. الانتقاء الطبيعي أزال أي تغييرات عشوائية في الحامض النووي، لذلك يجب أن يستخدم لشيءٍ ما.

في حينٍ أن العمل على هذا الموضوع ما زال مستمراً، دراسات أخرى للجينوم ألقت الضوء على آليات أوسع للتطور. 'خردة' الحمض النووي يمكن أن تحتوي على جينات غير وظيفية - وهو نوع من الجينات الأحفورية - أو أنها قد تحتوي على نسخ مطابقة لجينات مهمة. إذا كان هناك نسخة إضافية من هذه الجينات، لا يهم إذا كان هناك طفرات تنشأ ببطء .

هذا يعني أن بأمكان الكائن الحي تجريب أشكالاً متنوعة من الجينات التي يمكن، في المقابل، أن تجد استخدامات جديدة تماماً. في حالات جداً نادرة يمكن نسخ أخطاء والتي يمكن أن تؤدي إلى ازدواج كامل للجينوم. ويبدو أن هذا قد حدث عدة مرات خلال تطور المخلوقات مع العمود الفقري، على سبيل المثال. يشير بعض الباحثين - بشكلٍ قابل للجدل - أن مثل هذه الازدواجية واسعة النطاق هي ذات أهمية حيوية لتطور المخلوقات الأكثر تعقيداً.

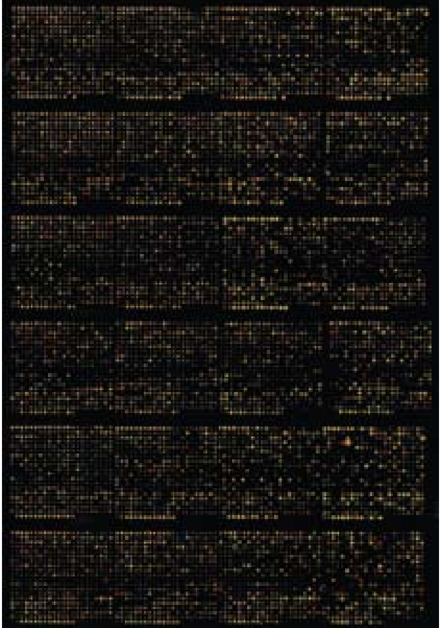


عشبة الخردل (Arabidopsis thaliana)، أول نبتة تم كشف كل تسلسل جينومها.
بفضل المعهد القومي لبحث الجينوم البشري.



في الاعلى: نموذج لحمض نووي يمتد من كروموزوم الخلية.

بفضل المعهد القومي لبحث الجينوم البشري.



من اليمين: مصفوفة تظهر لقطة لجميع الجينات النشطة في الخليه في وقت معين.

بفضل المعهد القومي لبحث الجينوم البشري.

تعديل الجينوم

يعرف اليوم علماء الأحياء الجينوم الكامل للكائن - ويرغبون في معرفة كم يجب أن يكون هذا الجينوم كبيراً. ماذا يحتاج أي كائن حي لكي يبقى على قيد الحياة؟ لأبسط الكائنات يجب أن يكون أصغر عدد ممكن من الجينات. احدى الطرق هي بأن تؤخذ بكتيريا وإزالة أو 'ضرب' الجينات، الواحد تلو الآخر. إذا قمت بإزالة أحد الجينات، وبقي الكائن الحي على قيد الحياة مع امكانيه التكاثر فإن هذا الجين ليس ضرورياً أو على الأقل هذا ما يقوله الباحثون.

غير أن هذه الطريقة يمكن أن تؤدي إلى الأخطاء التي تنشأ عندما يُعوض أحد الجينات عن إزالة آخر، أو إزالة جينات أخرى بدلاً من الجين المطلوب ويقوم الجين الأول بالتعويض عن ذلك. ولكن هذا لا يعني أن وظيفة الجين ليست ضرورية، بل على العكس هي فائقة الأهمية. يقوم الكائن بحماية نفسه ببناء مفاعل أمان. يؤدي هذا الى نتيجة خاطئة بأن لخسارة جين معين - فيما يبدو - لا يوجد أي أثر على الكائن الحي. ويمكن إزالة الجينات التي ينبغي إدراجها في 'الحد الأدنى من الجينوم' - أصغر مجموعة من الجينات التي تُمكن البكتيريا من البقاء على قيد الحياة.

البروفيسور لورنس هيرست من جامعة باث في المملكة المتحدة، مع معاونيه في مانشستر، هايدلبرغ وبودابست، بحثوا هذا السؤال من خلال تطوير أسلوب مختلف لتعديل الجينوم الذي يستخدم بيانات عن تاريخ تطور الكائن وتفاعله مع بيئته.

نهجه في البحث الذي تم اختباره على نوعين من البكتيريا التي تعيش بتكافلية داخل الحشرات أشارت إلى أن الحد الأدنى من الجينوم كان ضعفي الحجم التي أشارت اليه الأبحاث بطريقة 'ضرب الجينات.'

هذا البحث يشير إلى أن محتوى الجينوم يمكن التنبؤ به إلى حد كبير من معرفة بيئته. من المرجح أن يكون هذا هاماً في إجراء المزيد من الدراسات عن تطور الكائنات الحية الأخرى، وربما للجهود المبذولة لتطوير الجراثيم وخصوصاً مع خصائص مثل إزالة الملوثات.



الخلفية: بلورات آخذه في النمو لبروتين يعمل على إصلاح الحمض النووي ومرتبط به.

12

تطور وَدُود (حميم)

سُحر داروين بالكائنات التي تتكيف مع بعضها البعض: زهرة مع رحيق مدفون في أعماقها وفراشة مع لسان طويلة بما يكفي للوصول إلى ذلك، يجب أن يتطورا معاً.

لهذا النوع من المشاركة في التطور تأثير قوي على العديد من الأمراض - منها والتي تسببها الكائنات الحية التي تعيش داخل كائنات أخرى. مثالاً هاماً هو القاتل الثابت في جميع أنحاء العالم، مرض الملاريا. يأمل الباحثون في أن رؤى جديدة لتطور الملاريا، البعوض، مستضيفه الرئيسي، سوف تفتح طرقاً جديدة للهجوم على المرض.

أحد المعالم الهامة مؤخراً هي الانتهاء من تسلسل الجينوم للطُفيل بلسموديوم المنجلي، أخطر أنواع الملاريا التي تصيب البشر.

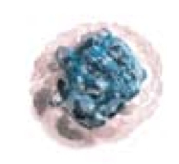
للبلسموديوم المنجلي بعض تسلسلات الحمض النووي المحافظ عليها وهي تقريباً متشابهة في جميع العينات. أما التسلسلات الأخرى فتختلف عن بعضها. هذه التسلسلات المتنوعة تساعدنا على بناء البروتينات التي يمكن أن تكون هدفاً لجهاز المناعة البشري. الطفيلي يبدو كما لو أنه يتطور لتفادي دفاعات مُضيفه وغزوه.

لغز واحد هو ما السبب في كون الملاريا ضارة جداً. تاريخ التطور يشير إلى أن بعض أشكال الطفيلي يصيب البشر منذ ملايين السنين، ولكن هناك ما يدل على أنه أصبح أكثر فتكاً في آخر بضعة آلاف السنين. المزيد من البحث قد يساعدنا في توضيح ما إذا كانت التغييرات قد حدثت في طفيل الملاريا، أو في المضيفين هي التي أدت إلى هذا التحول. ثمة لاعب ثالث في هذه المباراة التطورية- البعوض، والتي تؤوي الطفيلي خلال نصف دورة حياته المعقدة. ولذلك، تغييرات صغيرة في سلوك الحشرة، مثل على أي دم حيوان ستتغذى البعوضة في كثير من الأحيان، يمكن أن يكون لها تأثيراً كبيراً على انتقال المرض.

مثل هذه الدراسات مهمة أيضاً لتتبع التأثيرات المحتملة لتغير المناخ على البعوض، وبالتالي على زيادة مخاطر انتشار الملاريا.



بعوضة Anopheles stephensi أثناء طيرانها وبطنها ممتلئة بالدم.
© Hugh Sturrock, Wellcome Images.






رسم توضيحي لدورة حياة الطفيلي Plasmodium falciparum داخل الدم. الطفيلي المسبب لمرض الملاريا.
© Benedict Campbell, Wellcome Images.

شريحة عينيه للدم مبينة لوجود الطفيلي Plasmodium falciparum في خلايا الدم.
© M.I. Walker, Wellcome Images.

الخلفية في الجهة المقابله: صورة بالمجهر الماسح (١٩٩٠- ٢٠٠٢h)
تظهر بويضة الطفيلي المسبب للملاريا عند القوارض،
Plasmodium yoelii nigeriensis ينمو على الجدار الداخلي
لأمعاء البعوضة (Anopheles stephensi)
© Hilary Hurd, Wellcome Images.

ملاريا - تكاثر متطور ومعقد

الملاريا هي واحدة من المشاكل الصحية الكبيرة في العالم التي لم تُحل. مئات الملايين من البشر مصابون بطفيل الملاريا بسبب لدغات البعوض. يسبب المرض أكثر من مليون حالة وفاة كل عام. هناك ملايين آخرون يعانون من الأعراض المتكررة، بما فيها الحمى والرعشة وضعف العضلات.

مُسبب هذا المرض هو طفيليات صغيره تعيش داخل خلايا جسم المضيفين. دورة حياته معقدة بشكل غير عادي، والتي تنطوي على أنواع مختلفة من الخلايا، والكائنات الحية في مناطق مختلفة، وفي مراحل مختلفة. من وجهة النظر التطورية، العلاقه الثلاثيه - أو الصراع - بين البعوض والانسان والطفيل توفر العديد من امكانيات الاختيار. في بعض الأحيان هذا الانتقاء الطبيعي، كما هو الحال في التفاعل بين جهاز المناعة البشري والتطور السريع للجينات في الطفيل يجعل من الصعب تطوير لقاح ضد الملاريا. أحياناً انتقائية العملية هي رد على الأنشطة البشرية، على سبيل المثال، عندما طور كائن الملاريا مقاومة للعقاقير الجديدة، أو بشكلٍ أقل مباشرة - عندما طور البعوض مقاومة ضد الرش بالمبيدات الحشرية.

عند البشر، هناك عدد من التغييرات الجينية التي تبدو وكأنها تجعل الناس أكثر قدرة على مقاومة الملاريا. اضطرابات الدم وفقر الدم المنجلي تنشأ عندما يملك شخص نسختين من جين الهيموغلوبين الناقل للأوكسجين، مع تغيير بعض الشيء في التسلسل. عادةً يُخمد مثل هذا التغيير. ولكن مجرد وراثة نسخة واحدة من الجين لا تسبب فقر الدم، ولكنها تؤدي إلى تغييرات في خلايا الدم الحمراء التي تجعل من الصعب على طفيل الملاريا البقاء على قيد الحياة. ومن ثم، فإن الجينات لا تزال قائمة في المناطق التي تكون فيها الملاريا شائعة.

لا تزال الأبحاث الحديثة تكشف عن تفاصيل جديدة من العلاقات التطوريه التي تؤثر على مدى عدوى الملاريا، وكم هي ضارة للمصابين بها. ديفيد كونواي الذي يرأس برنامج أبحاث الملاريا في المملكة المتحدة في مجلس البحوث الطبية في المختبرات بغامبيا، يكشف عن الطريقة التي يتعامل بها نظام المناعة البشري مع الطفيل، وكيفية محاربتها.

أعمال أخرى قد تفتح طرقاً جديدة لمكافحة هذا المرض. الدكتور ستيفن سينكينس من إدارة علم الحيوان في جامعة أوكسفورد، يدرس تطور التفاعلات بين البعوض وطفيليات لحشرات أخرى - مجموعة من البكتيريا المعروفة بأسم Wolbachia التي تؤثر على تكاثر الحشرات بطرق معقدة. وأحد الاحتمالات هو أن نفهم جينات ال -Wolbachia's بشكلٍ كاف والتلاعب بها لجعل البعوضة عقيمة.

13
تصنيع (تخليق) أكبر؟

فهم الانتقاء الطبيعي بمفهوم الجينات عَزز مكانة داروين في مركز علم الأحياء. اتحاد الوراثة مع نظرية النشوء والارتقاء الداروينية الشهيرة أُطلق عليها اسم 'التخليق الحديث' في كتاب حفيد توماس هوكسلي، جوليان، في عام ١٩٤٢.



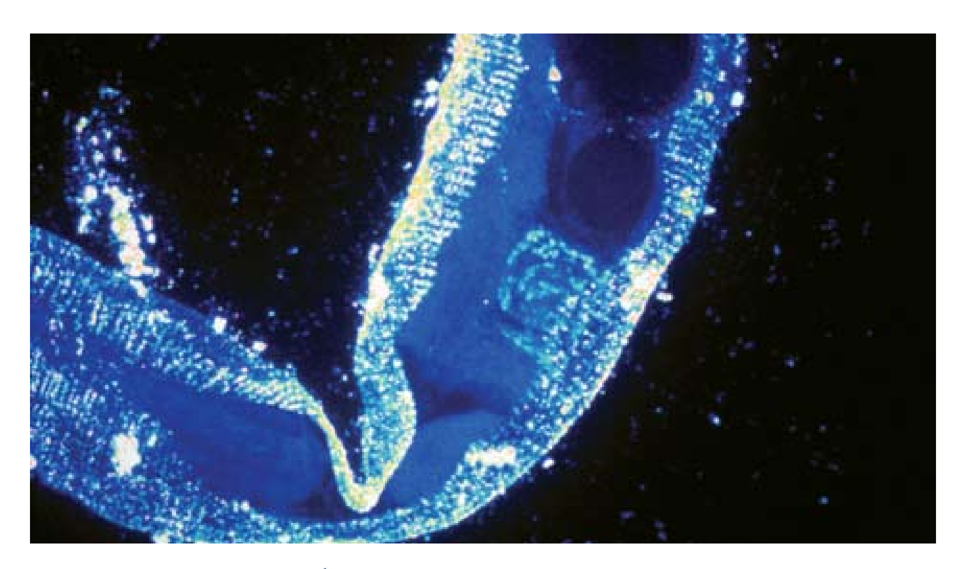
جنين كتكوت في المرحلة ال- ١٦ يظهر مكان تشغيل الجين Hoxa-2(الارجواني). Hoxa-2 هو عامل نسخ يرتبط بالحمض النووي ويؤثر على عمل الجينات الأخرى.

دراسة الجينوم، ومجموعات من الجينوم، ألقت ضوءًا جديداً على آليات التطور.

تركزت البحوث الأخيرة على الحمض النووي لمجتمعات من الجراثيم، وليس على جراثيم فردية. يُبرز هذا العمل المشاركة في العملية بدلاً من المنافسة. على سبيل المثال، سلسلة من ردود الفعل اللازمة لبناء أو لكسر أجزاءًا كيميائية معينة يمكن توزيعها بين مختلف الجراثيم التي تعيش جنباً إلى جنب، حتى وإن كانت مختلفة تماماً من ناحيه النوع. فقط عندما تعمل جميع الجراثيم معاً، كل نوع يتسبب في رد فعل معين في هذه السلسلة، وعندها يمكن أن تكتمل العملية.

البحث في مجال تشغيل الجينومات في الخلايا يكشف مستويات غير متوقعة من التعقيد. العديد من الجينات لها علامة خاصة 'ملاحظة هامشية'، تتميز بإضافة أو تعديل مجموعات كيميائية في مواقع دقيقة على السطح الخارجي لجزيئات الحمض النووي. هذه العلامات تؤثر على ما إذا كانت الجينات يمكن تشغيلها أو إيقافها- ووضع التطور في الخلية يُسجل بواسطة مجموعة العلامات الكاملة الموجودة فيها.

وبالإضافة إلى ما يسمى العلامات اللاجينية، كشفت الأبحاث في الآونة الأخيرة عن إيجاد العديد من الأنواع الجديدة لمرسال الحمض النووي الريبي (mRNA) وهي تقرأ من أجزاء من الجينوم والتي لم يكن الهدف منها معروفاً سابقاً، وتساعد أيضاً في تنظيم عمل الجينات. يوجد هنا مستوى آخر من الاختيار المتطور للعمل - الذي لا يزال قيد البحث.



صورة بالمجهر البؤري لدودة شريطية (Caenorhabditis elegans) والتي تستعمل غالباً في الوراثة. المجهر البؤري يصور عدة مقاطع في الشريحة لبناء صورة ثلاثية الأبعاد.

© Dr David Becker, Wellcome Images.



صورة لتفقيس الدودة الشريطية.

© Wellcome Trust Sanger Institute.

الخلفية في الجهة المعاكسة: مقطع أمامي لرأس جنين الكتكوت في المرحلة الـ ٢٣ تُبين توزيع النسخ من الجين Barx-١ .

© Abigail Tucker, Wellcome Images.

الحمض النووي والعناصر القابله للنقل

فهم كيفية نشأة التطور من خلال التغييرات في المادة الوراثية- الحمض النووي، يعتبر تطوراً هاماً.

في القرن ال-٢١، تزداد معرفة العلماء عن كيفية تغيُر الجينوم دون تغيير فعلي في تسلسل الحمض النووي - أبسط المعلومات التي يحتويها. هذه التغييرات يمكن أن تنتقل إلى الجيل الجديد. دراسة تغييرات في العوامل الوراثية الموروثة التي يمكن أن تحدث من دون تغيير في تسلسل الحمض النووي 'الرسائل' هي التعريف الحديث لـ- epigenetics.

التغييرات اللاجينية تكون في كثير من الأحيان نتيجة لإضافه أو حذف مجموعات كيميائية بسيطة نسبياً، يمكن أن تُستخدم لوضع علامات لمواقع معينة على الحمض النووي. بدلاً من ذلك، فإنها تعدل البروتينات الخاصة المسؤوله عن رَزم الحمض النووي الطويل والملتوي في خلايا الكائنات. تغيير في هذه البروتينات المسماة هيستون- histones يمكن أن تؤثر على وجه الخصوص في قراءة الحمض النووي على يد الأنظمة الجزيئية التي تَستعمل المعلومات المحفوظة لديها.

احدى الطرق القوية لتأثير التغييرات اللاجينية على نشاط الجينات هي عندما تتفاعل مع أجزاء أخرى مكشوفة من الجينوم. أعقد الجينومات تؤوي جزيئات من الحمض النووي التي يمكن أن تقفز بين أجزاء من الجينوم، أو حتى بين الخلايا. الكثير منها هي من مُخلفات الفيروسات التي أصابت أسلاف الكائن منذ فترة طويلة في مرحله التطور.

لا تزال تؤدي دوراً في الحياة والتطور حتى اليوم. تسلسلات متوالية صغيرة تُدعى العناصر القابلة للنقل (التحويل) – تنتقل في جينوم النباتات من مكان إلى آخر ويمكنها تشغيل أو خمد جينات بأكملها.

نقطة التحول في القصة هو أن العناصر المتنقلة نفسها يتم السيطرة عليها عن طريق إضافة بسيطة لمجموعة كيمائية - مجموعة الميثيل - التي تمنع تنقلها من مكان إلى آخر. ومع ذلك، عند وضع النباتات تحت إجهاد بيئي تطرد مجموعات الميثيل وتصبح العناصر القابلة للنقل نَشِطة.

بيتر ماير من مركز علوم النبات في جامعة ليدز (انكلترا)، يشير إلى أن هذا النظام المعقد يمنح النبات أفضلية من خلال السماح لها بالتكيف على وجه السرعة لكل تغيُر بيئي.

فهم هذه الآليات مهم عند محاولة تعديل النباتات عن طريق إدخال جينات جديدة. يأمل الباحثين بأن الجينات الجديدة سوف تعمل في النباتات اليافعة ولكنها ستصبح خاملة في النباتات المسنة. الضوابط اللاجينية للنباتات تُعدل العلامات على الجينات الجديدة، دون المس بتسلسل الحمض النووي ووقفه عن العمل.

14
لماذا الكثير من؟

في كتاب داروين أصل الانواع الجديدة لم يكن واضحاً تماماً سبب وجود هذا العدد الكبير من الأنواع المماثلة.

في الواقع، قد يؤدي الاختيار الطبيعي إلى التوقع بأن 'الفائز يأخذ كل شيء'. كل مساحة صغيرة في هذا النظام الإيكولوجي تنتهي بمأوى واحد فقط، وبشكلٍ مثير للدهشة - الأنواع متكيفة جيداً.

بيدَ أن كثيراً من النظم الإيكولوجية (البيئية) ليست من هذا النوع. هناك ٣٠٠ نوع مختلف من الأشجار في هكتار من الغابات الاستوائية. حتى في موطن معين مثل المناطق الصخرية البيضاء بمقدور مروج الأعشاب أن تدعم أكثر من ٥٠ نوعاً في المتر المربع. لا يبدو أنها قد تتكيف مع الظروف المختلفة ولكن، وفقاً لداروين، حتى النباتات تتنافس من أجل البقاء.
إذاً كيف يمكن لهذه الأنواع المماثلة أن تعيش معاً؟

الجواب هو أن الاختلافات البيئية يمكن أن تكون دقيقة. تَغُيرات صغيرة في ضوء الشمس، المياه، التربة، أو في عُمق الجذور التي تنمو، معناه نفس النباتات تمر بظروفٍ مختلفة. كذلك، كلما كانت النباتات متلائمة مع بيئة واحدة بشكلٍ دقيق كان ذلك أفضل، وتكون أقل عرضة للمنافسة مع النباتات المتكيفة لبيئة مختلفة قليلاً.

الاهتمام المتجدد للتغيرات في خصائص البيئات في عمل البروفسور جوناثان سيلفيرتاون من المملكة المتحدة- في الجامعة المفتوحة. لقد أظهر لأول مرة كيف يمكن الاعتماد على مدى التفاوت في استخدام المياه للمساعدة في فصل الأنواع في المروج الإنجليزية. هكذا ظهرت أهمية 'المنافذ الهيدرولوجية ' — التي تستند على الجهد الذي تبذله النبتة لتمتص الرطوبة من التربة، أو لتجنب الاشباع بالمياه. حالياً يدرس عدة آلاف من الأنواع الموجودة في منطقة الكيب في جنوب افريقيا ليفحص كيفية تطبيق ما يتوصل إليه من نتائج في بلدان أخرى.



مروج صخرية في شيكميري هافن، شرق ساكس، انجلترا.

الصورة منسوخة بموافقة د. فيرن ألسدون-بيكير



مروج صخرية في شيكميري هافن، شرق ساكس، انجلترا.
.Alain Proust/Afrika Photos ©



Mimetes fimbrifolius، غرب كيب، جنوب افريقيا.
الصورة منسوخة بموافقة من د. جوناثان سيلفيرتاون.



Berzelia Lanuginosa، غرب كيب، جنوب أفريقيا.
الصورة منسوخة بموافقة من د. جوناثان سيلفيرتاون.



أبحاث جوناثان سيلفيرتاون ممولة من قبل مبادرة داروين. لمزيد من المعلومات حول الأبحاث المتاحة في كتابه الشياطين في عدن:
المفارقة في التنوع النباتي-Demons in eden:the paradox of plant diversity ، مطبعة جامعة شيكاغو
(2008). انظر www.demonsineden.com

التنوع البيولوجي

لا يزال هناك العديد من ألغاز التطور في حاجه الى أن تُحَل. تمثل جنوب أفريقيا تحدياً كبيراً لنظرية التنوع البيولوجي. يتعلق الأمر في شكل هيذر (نبتة الكاهن المقدس) وغيرها من النباتات التي تطورت بثراء لأنواع لم نرها في أي مكان آخر. على سبيل المثال، الهيذر من النوع إيريكا (Erica)، يوجد بأنواع قليله في أوروبا بينما في منطقة الكيب في جنوب افريقيا يوجد أكثر من ٨٠٠ نوع من الفينبوس البور.
كيف يمكن أن يكون هناك ٨٠٠ بيئة مختلفة لتتكيف لها ؟

هذا الأمرلم يلفت انتباه داروين عندما توقفت السفينه بيغل في كيب تاون سنه ١٨٣٦. لقد خانته شدة ملاحظته القويه، رأى الجبال عارية ومملة وكتب 'هنالك القليل ما يُستحق رؤيته.'

النباتات الأخرى في المنطقة كَونت العديد من الأنواع المنفصلة، على سبيل المثال النباتات المعروفة بأسم ريستيوس (restios)، والتي يوجد منها ٣٥٠ نوعاً، تختلف في حجمها، ولكن لا يمكن أن يكون ذلك العامل الوحيد الذي يحدد بقائها على قيد الحياة.

في المملكة المتحدة، أظهر جوناثان سيلفرتاون ومعاونيه أنه على ما يبدو أن المروج التي تبدو متشابهة تختلف بفروق بيئية صغيرة تفضل أنواعاً مختلفة من النباتات مع الاختلاف في شدة الرطوبة في التربة.

البحث مستمر لفحص ما إذا كان شيء من هذا القبيل قد حدث في كيب، مما يشير إلى أن التفسير لذلك يمكن تطبيقه على نطاق واسع. إذا كان الأمر كذلك، فإنه يتناسب مع النظرية القائلة بأن الكثير من النباتات ظهرت في المنطقة لكونها مستقرة مناخياً بشكل غير عادي خلال آلاف السنوات الماضية من التطور. من شأن هذا أن يمكن الأنواع من أن تصبح أكثر متخصصة في موطنها، دون المخاطرة ببقائها على قيد الحياة في الوقت الذي لا يوجد فيه تغيير كبير في درجه الحرارة أو كمية الأمطار.



الخلفية: نبتة ال- (Fritillaria meleagris) التي تنمو في المراعي والمروج وضفاف الأنهر في أوروبا.



للمزيد من المعلومات عن "داروين الآن" قوموا بزيارة الموقع
www.britishcouncil.org/darwin

المجلس البريطاني في المملكة المتحدة هو المنظمة البريطانية الدولية للعلاقات الثقافية والفرص التعليمية.
مؤسسة خيرية مسجلة: 209131 (انجلترا و ويلز) SC037733 (اسكتلندا).

British Council
Bridgewater House
Whitworth Street 58
Manchester M1 6BB
United Kingdom
www.britishcouncil.org

متحف العلوم على اسم بلومفيلد، القدس
الجامعة العبرية، جفعات رام
جادة روبين
القدس 91904
اسرائيل
www.mada.org.il

النص من جون تيرني
www.jonturney.co.uk

ترجم للعربية: عرين حسين - عواوده
areenareen1@hotmail.com

صُمم على يد: Arka Design Studio Ltd
www.arkadesignstudio.com
التصميم والاخراج بالعربية:
فاديك باكمَن، متحف العلوم في القدس

מוזיאון המדע ע"ש ברנרד בלומפילד ירושלים (ע.ר)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem